

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

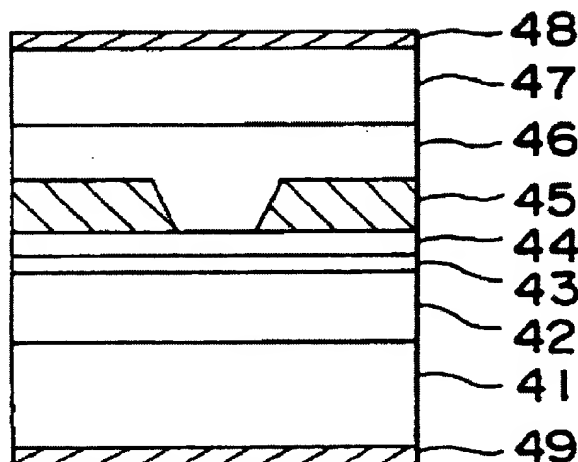
**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

Manufacturing method of semiconductor multi-layer film and semiconductor laser

Patent number: US5270246
Publication date: 1993-12-14
Inventor: MANNOU MASAYA (JP); ONAKA KIYOSHI (JP)
Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD (JP)
Classification:
- international: H01L21/20
- european: H01L21/20, H01S5/30P, H01S5/323B2
Application number: US19920901765 19920617
Priority number(s): JP19910146230 19910618

Abstract of US5270246

When an n-type semiconductor layer is formed on a p-type semiconductor layer in a device such as a semiconductor multi-layer film, the n-type semiconductor layer is formed by adding a p-type dopant as well as an n-type dopant simultaneously. In a double heterostructure semiconductor laser including an AlGaInP active layer and AlGaInP cladding layers, when an n-type current blocking layer is formed on the p-type cladding layer, the n-type current blocking layer is formed by adding a p-type dopant as well as an n-type dopant simultaneously.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-175607

(43)公開日 平成5年(1993)7月13日

(51)Int.Cl.⁴
H01S 3/18

識別記号 庁内整理番号
9170-4M

FI

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2(全6頁)

(21)出願番号 特願平4-156522

(22)出願日 平成4年(1992)6月16日

(31)優先権主張番号 特願平3-146230

(32)優先日 平3(1991)6月18日

(33)優先権主張国 日本(JP)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 萬濃 正也

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 大仲 清司

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74)代理人 弁理士 宮井 暎夫

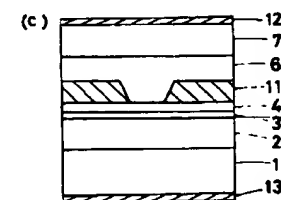
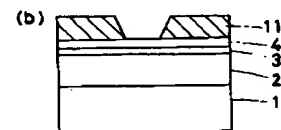
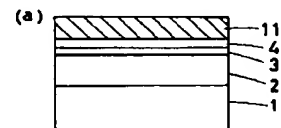
(54)【発明の名称】 半導体多層膜の形成方法および半導体レーザの製造方法

(57)【要約】

【目的】 第1に、所望のキャリア濃度分布を有し、再現性よく形成できるn型半導体層を含む半導体多層膜の形成方法を提供し、第2に、AlGaInP層中のドーパントの拡散を抑制し、AlGaInP系半導体レーザの素子特性と歩留まりを高めることができる半導体レーザの製造方法を提供する。

【構成】 n-AlInP電流狭窄層11成長中にn型ドーパントガスのH₂Seと同時にp型ドーパントガスのジメチル亜鉛(DMZ)を添加する。

【効果】 p-AlGaInP第1クラッド層4中のP型ドーパント濃度を低下させず、しかもPN接合位置ズレやGaInP活性層3の結晶構造の無秩序化を誘発しない。



1 n-GaAs基板
2 n-AlGaInPクラッド層
3 GaInP活性層
4 p-AlGaInP第1クラッド層
6 p-AlGaInP第2クラッド層
11 n-AlInP電流狭窄層

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板上にn型ドーバントを添加して得るn型半導体層を含む半導体多層膜の形成方法であって、前記n型半導体層を形成する際に、n型ドーバントとともにp型ドーバントを添加することを特徴とする半導体多層膜の形成方法。

【請求項2】 半導体基板上に $Al_xGa_{1-x-y}In_y$ P活性層と $Al_xGa_{1-x-y}In_y$ Pクラッド層 ($x < x'$) とからなるダブルヘテロ構造を形成する半導体レーザの製造方法であって、n型 $AlGaInP$ 層を形成する際、n型ドーバントとともにp型ドーバントを添加することを特徴とする半導体レーザの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、情報の光通信あるいは光消去・記録・再生などに用いることのできる $AlGaInP$ 系の可視光半導体レーザ、特に2回以上の結晶成長を必要とする横モード制御型半導体レーザに係わり、半導体多層膜の形成方法および半導体レーザの製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】レーザプリンタ、光ディスク等の情報処理装置用光源として、 $AlGaInP$ 系の600nm帯可視光半導体レーザの開発が活発に行われている。従来の横モード制御型半導体レーザは例えば図7に示すような構造であった。このような横モード制御型半導体レーザの構造は複数回のMOVPE法（有機金属気相成長法）によるエピタキシャル成長工程によって形成される。

【0003】すなわち、この半導体レーザは、第1のMOVPE成長により、n-GaAs基板1上に、n- $AlGaInP$ クラッド層2、 $GaInP$ 活性層3、p- $AlGaInP$ 第1クラッド層4およびn- $AlInP$ 電流狭窄層5を順次積層する。次に、ストライプ状にn- $AlInP$ 電流狭窄層5をエッチング除去しp- $AlGaInP$ 第1クラッド層4を露出させた後、第2のMOVPE成長により、全面にp- $AlGaInP$ 第2クラッド層6およびp-GaAsコンタクト層7を順次積層し、n- $AlInP$ 電流狭窄層5を埋め込んだ構造としている。なお、12、13は電極である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、 $AlGaInP$ 層上に昇温、再成長を繰り返すことは、各層にドーピングされている不純物の自己拡散を引き起こす。例えば、 $n = 2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 程度になるようにSeをドーピングしたn- $AlInP$ 電流狭窄層5中のSe原子は $GaInP$ 活性層3の方向へ拡散し、このことは、さらにp- $AlGaInP$ 第1クラッド層4中のドーバントであるZnの拡散を促進させる。したがって各層のキャリア濃度分布が変化するとともにPN接合位置の再

現性に問題があった。

【0005】また、 $GaInP$ 活性層3へのZn拡散は、 $GaInP$ の結晶構造の無秩序化をまねき発振波長の不安定性の原因となっていた。ここではSeのドーピング濃度を $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ としたが、Se原子の $GaInP$ 活性層3の方向への拡散はこの数値に特有の現象ではなく、Seのドーピング量がそれ以下の場合でも同様な現象が生じることがある。

【0006】以上のことは $AlGaInP$ 系半導体レーザの諸特性および歩留りの再現性を高める上で障害となっていた。そこで、この発明の第1の目的は、所望のキャリア濃度分布を有し、再現性よく形成できるn型半導体層を含む半導体多層膜の形成方法を提供することである。また、第2の目的は、 $AlGaInP$ 層中のドーバントの拡散を抑制し、 $AlGaInP$ 系半導体レーザの素子特性と歩留まりを高めることができる半導体レーザの製造方法を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の半導体多層膜の形成方法は、半導体基板上にn型ドーバントを添加して得るn型半導体層を含む半導体多層膜の形成方法であって、n型半導体層を形成する際に、n型ドーバントとともにp型ドーバントを添加することを特徴とする。

【0008】請求項2記載の半導体レーザの製造方法は、半導体基板上に $Al_xGa_{1-x-y}In_y$ P活性層と $Al_xGa_{1-x-y}In_y$ Pクラッド層 ($x < x'$) とからなるダブルヘテロ構造を形成する半導体レーザの製造方法であって、n型 $AlGaInP$ 層を形成する際、n型ドーバントとともにp型ドーバントを添加することを特徴とする。

【0009】

【作用】請求項1記載の半導体多層膜の形成方法によれば、n型半導体層を形成する際に、n型ドーバントとともにp型ドーバントを添加して形成することにより、キャリア濃度分布の変化を引き起こすドーバントの自己拡散を抑制し、所望のキャリア濃度プロファイルを乱すことなく半導体多層膜を再現性よく形成できる。

【0010】また、請求項2記載の半導体レーザの製造方法によれば、たとえば電流狭窄層となるn型 $AlGaInP$ 層をn型ドーバントとともにp型ドーバントを添加して形成するので、p型の $Al_xGa_{1-x-y}In_y$ Pクラッド層のキャリア濃度を変化させることなくPN接合位置が移動することもない。また、これによってp型の $Al_xGa_{1-x-y}In_y$ Pクラッド層から $Al_xGa_{1-x-y}In_y$ P活性層へのp型ドーバントの拡散を促進することもなく、 $Al_xGa_{1-x-y}In_y$ P活性層の結晶構造の無秩序化は起こらない。

【0011】

【実施例】以下、この発明の実施例を図面を参照しながら

ら説明する。

【第1の実施例】この発明の第1の実施例の半導体多層膜の形成方法を図1および図2を用いて説明する。図1はこの発明の第1の実施例による半導体多層膜の断面図である。

【0012】例えば、図1に示す半導体多層膜の形成を考える。この半導体多層膜は、MOVPE成長により成長温度700℃で、n-GaAs基板1上に、n-GaAs層8を0.5μm、p-AlGaInP層9を0.2μm、n-AlGaInP層10を0.5μm積層して形成した。n型ドーパントガスとしてセレン化水素(H₂Se)、p型ドーパントガスとしてジメチル亜鉛(DMZ)を用い、 $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ のキャリア濃度に設定した。ここで、n-AlGaInP層10成長中は、H₂SeとDMZ両方を同時に供給し、n-AlGaInP層10のキャリア濃度を $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ となるように設定した。

【0013】このようにして形成された半導体多層膜のSIMS(2次イオン質量分析法)によるSe濃度プロファイルを図2(a)に実線で示し、Zn濃度プロファイルを図2(b)に実線で示す。なお、図中の破線は、比較のためn-AlGaInP層10成長中にH₂Seのみを供給した場合の結果を示している。破線で示すようにH₂Seのみを供給した場合は、p-AlGaInP層9にSeが拡散し(図2(a))、しかもp-AlGaInP層9中のZnが両界面にバイルアップしている(図2(b))。

【0014】しかし、この実施例のH₂SeにDMZを同時に添加した場合は、図2(a)、(b)に実線で示すように、これらの拡散現象は見られず、良好なプロファイルを示している。例えば、GaAs等ではSeの拡散係数は一般に小さいといわれているが、Seを高濃度にドーピングした場合にはSeは成長中に固相拡散する。これと同様の現象がAlGaInP系にも存在し、Seをドーピングした場合、キャリア濃度nが比較的低濃度($n > 2 \sim 3 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$)で異常な固相拡散が生じる。このSeの拡散には格子間位置のSeが関与していると考えられる。しかしながらこの実施例のように、SeとともにZnを同時にドーピングしてやると大幅にSeの固相拡散が抑制される。

【0015】以上のようにこの実施例によれば、n-AlGaInP層10成長中に、H₂SeとDMZ両方を同時に供給することにより、所望のキャリア濃度プロファイルを乱すことなく、半導体多層膜を再現性良く形成することができる。

【第2の実施例】この発明の第2の実施例の半導体レーザの製造方法を図3を用いて説明する。図3はこの発明の一実施例を示す横モード制御型半導体レーザの製造工程順断面図である。

【0016】まず図3(a)に示すように、第1のMOV

PE成長により、n-GaAs基板1上に、n-AlGaInPクラッド層2を1μm、GaInP活性層3を600Å、p-AlGaInP第1クラッド層4を0.3μm、n-AlInP電流狭窄層11を0.5μm順次形成した。MOVPE成長は100 Torrの減圧下で、成長温度700℃で行った。n型ドーパントガスとしてH₂Se、p型ドーパントガスとしてDMZを用い、所望のキャリア濃度に設定した。ここで、n-AlInP電流狭窄層11成長中は、H₂SeとDMZ両方を同時に供給し、n-AlInP電流狭窄層11のキャリア濃度が $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ となるようにした。

【0017】次に図3(b)に示すように、n-AlInP電流狭窄層11をストライプ状に除去し、p-AlGaInP第1クラッド層4を露出させた後、図3(c)に示すように、第2のMOVPE成長を行い、p-AlGaInP第2クラッド層6を0.7μm、p-GaAsコンタクト層7を3μm全面に形成した。この場合の成長条件は第1のMOVPE成長と同じとした。最後にp側とn側電極12、13を形成した。

【0018】上記の方法により作製した半導体レーザは、n-AlInP電流狭窄層11形成時にDMZを同時に供給しなかったものに比べ、特性温度は75 Kから120 Kまで向上した。また発振波長は668 nmから680 nmとなった。以上のようにこの実施例によれば、n-AlGaInP電流狭窄層11をn型ドーパント(H₂Se)とともにp型ドーパント(DMZ)を供給しながら形成するので、p-AlGaInP第1クラッド層4のキャリア濃度を変化させることなく、PN接合位置が移動することもない。また、これによってZnの拡散を促進することなくGaInP活性層3の無秩序化は起こらない。即ち、半導体レーザの諸特性の向上と再現性を高める上で有効である。

【0019】なお、この実施例では、活性層としてGaInPを、またクラッド層としてAlGaInPを用いたが、各層のAl組成としては実施例で示すものに限らず、活性層をAl_xGa_{1-x}In_yPとし、クラッド層をAl_{x'}Ga_{1-x'}In_{y'}Pとして $x < x'$ であれば、他の組成でもよい。また、電流狭窄層としてn-AlInPを用いたがこの限りではない。また活性層に量子井戸構造を用いた場合や、各層ともAlGaInP系の超格子を用いた場合にも適用できる。またドーパントとしてSe、Znを用いたがこれに限定されない。原料ガスも同様である。

【0020】また、ここでは電流狭窄層に第1の実施例の半導体多層膜の形成方法を適用したが他の半導体層でもよく、これに限定されない。

【第3の実施例】この発明を用いて製造した半導体レーザの一実施例を図4を用いて説明する。図4はこの発明の一実施例により製造した横モード制御型半導体レーザの断面図である。

5

【0021】図4に示すように、 n -GaAs基板41上に、 n -(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.9}In_{0.1}Pクラッド層42、GaInP活性層43、 p -(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.9}In_{0.1}Pクラッド層44、 n -GaAs電流狭窄層45、 p -GaAsキャップ層46である。ここで n -GaAs電流狭窄層45はSeをドーピングして n 型にしているが、すでに述べたようにSeのみではSeが拡散してしまう。そこで第1の実施例で述べたように、Seのドーピングとともに p 型不純物であるZnを同時にドーピングしている。

【0022】このようにすれば、 n 型不純物であるSeが n -GaAs電流狭窄層45から拡散することがないので安定した半導体レーザが得られる。なお、この波長は680nmであった。

【第4の実施例】この発明を用いて製造した半導体多層膜の一実施例を図5を用いて説明する。図5はこの発明の一実施例により形成した半導体多層膜の断面図である。

【0023】図5に示すように、 p -GaAs基板51上に、 p -(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.9}In_{0.1}Pクラッド層52、GaInP活性層53、 n -(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.9}In_{0.1}Pクラッド層54を堆積した半導体多層膜である。ここで n -(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.9}In_{0.1}Pクラッド層54は、堆積時に p 型不純物であるZnを同時にドーピングしている。

【0024】このようにすれば、 n -(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.9}In_{0.1}Pクラッド層54から n 型不純物であるSeが拡散することもなく安定した半導体レーザ用の半導体多層膜を得ることができる。この半導体多層膜の n -(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.9}In_{0.1}Pクラッド層54をエッチングした半導体レーザを形成した場合でも、 n -(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.9}In_{0.1}Pクラッド層54からGaInP活性層53へ n 型不純物であるSeが拡散することもなく安定した波長のレーザ光が得られる。なお、この半導体多層膜で構成した半導体レーザの発振波長は680nmであった。

【0025】【第5の実施例】この発明を用いて製造したLED(light emitting diode)の一実施例を図6を用いて説明する。図6はこの発明の一実施例により製造したLEDの断面図である。図6に示すように、 p -GaAs基板61上に、 p -AlGaInPクラッド層62を3 μ m、AlGaInP活性層63を0.3 μ m、 n -AlGaInPクラッド層64を3 μ m、 n -AlGaAs層65を5 μ m順次積層した構造である。この構造により630nmの発光が得られる。

【0026】ここで、 n -AlGaInPクラッド層64の成長時には、第1の実施例と同様に、 n 型不純物であるSeの拡散を抑えるために p 型不純物であるZnを同時にドーピングしている。ドーピングの濃度は、Seが $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 、Znが $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ である。LEDの場合は、 n -AlGaInPクラッド層64、 n -AlGaAs層65の膜厚が大きいので、特に、 n -AlGaInPクラッド層64からの n 型不純物の拡

6

散が問題となる。しかし、この実施例のように、 n 型半導体膜の成長時に p 型不純物を同時にドーピングすることで、 n 型不純物の拡散が抑えられる。

【0027】なお、上記第1～第5の実施例では、 n 型不純物としてSeを、 n 型不純物の拡散を抑える p 型不純物としてZnを用いたが、 n 型不純物としてSe、Si、S、Teを用い、 p 型不純物としてZn、Mg、Cdを用いてもよく、これらのうちの組み合わせを用いても上記実施例と同様の効果を得ることができる。

【0028】

【発明の効果】請求項1記載の半導体多層膜の形成方法は、 n 型半導体層を形成する際に、 n 型ドーパントとともに p 型ドーパントを添加して形成することにより、キャリア濃度分布の変化を引き起こすドーパントの自己拡散を抑制し、所望のキャリア濃度プロファイルを乱すことなく半導体多層膜を再現性よく形成できる。

【0029】また、請求項2記載の半導体レーザの製造方法は、たとえば電流狭窄層となる n 型AlGaInP層を n 型ドーパントとともに p 型ドーパントを添加して形成するので、 p 型のAl_xGa_{1-x-y}In_yPクラッド層のキャリア濃度を変化させることなくPN接合位置が移動することもない。また、これによって p 型のAl_xGa_{1-x-y}In_yPクラッド層からAl_xGa_{1-x-y}In_yP活性層への p 型ドーパントの拡散を促進することもなく、Al_xGa_{1-x-y}In_yP活性層の結晶構造の無秩序化は起こらない。すなわち、AlGaInP系半導体レーザの素子特性と歩留まりを高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施例の半導体多層膜の形成方法を説明するための半導体多層膜の断面図である。

【図2】(a)はこの発明の第1の実施例における半導体多層膜中のSe濃度プロファイル測定結果であり、(b)は同実施例における半導体多層膜中のZn濃度プロファイル測定結果である。

【図3】この発明の第2の実施例の半導体レーザの製造方法を示す工程順断面図である。

【図4】この発明の第3の実施例により製造した横モード制御型半導体レーザの断面図である。

【図5】この発明の第4の実施例により形成した半導体多層膜の断面図である。

【図6】この発明の第5の実施例により製造したLEDの断面図である。

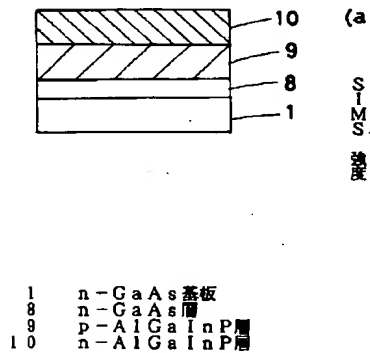
【図7】従来の横モード制御型半導体レーザの断面構造図である。

【符号の説明】

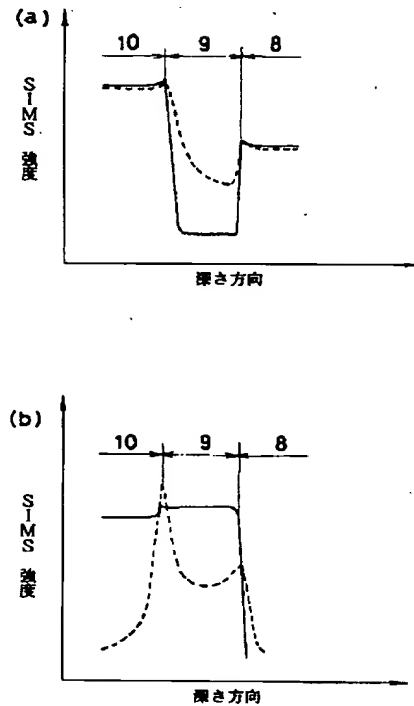
- 1 n -GaAs基板
- 2 n -AlGaInPクラッド層
- 3 GaInP活性層
- 4 p -AlGaInP第1クラッド層

6	p-AlGaInP第2クラッド層	* 45	n-GaAs電流狹窄層
8	n-GaAs層	51	p-GaAs基板
9	p-AlGaInP層	52	p-(Al _{0.7} Ga _{0.3}) _{0.5} In _{0.5} Pクラッド層
10	n-AlGaInP層	53	GaInP活性層
11	n-AlInP電流狹窄層	54	n-(Al _{0.7} Ga _{0.3}) _{0.5} In _{0.5} Pクラッド層
41	n-GaAs基板	61	p-GaAs基板
42	n-(Al _{0.7} Ga _{0.3}) _{0.5} In _{0.5} Pクラッド層	62	p-AlGaInPクラッド層
43	GaInP活性層	63	AlGaInP活性層
44	p-(Al _{0.7} Ga _{0.3}) _{0.5} In _{0.5} Pクラッド層	* 64	n-AlGaInPクラッド層

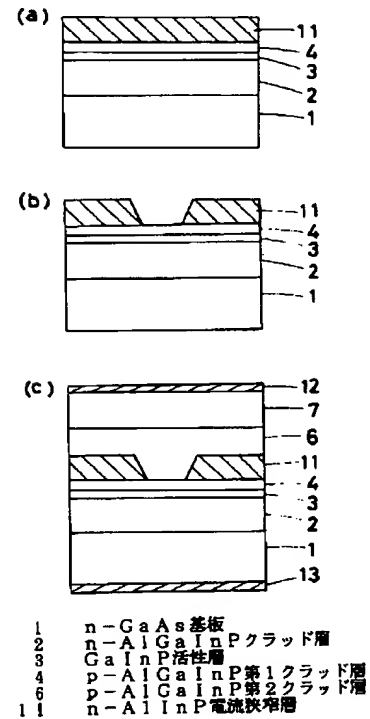
【図1】



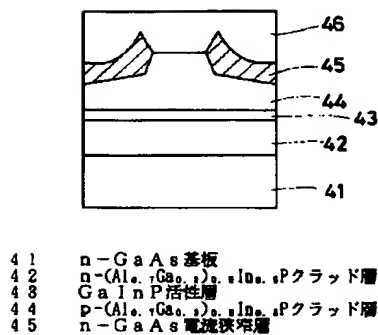
【図2】



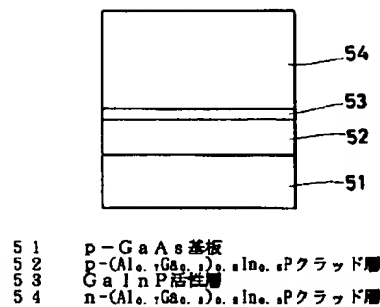
【図3】



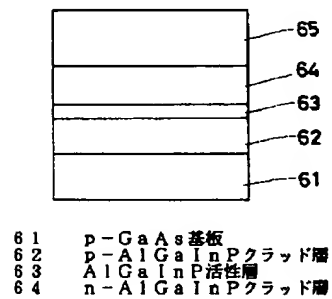
【図4】



【図5】



【図6】



(6)

特開平5-175607

【図7】

